

# 抵抗焼結法による WC-6%Co超合金の作製の試み

Trial of Production of WC-6%Co Hard Alloy by Resistance Sintering Process

明智 清明\*・原 善四郎\*・板橋 正雄\*

Kiyoaki AKECHI, Zenshiro HARA and Masao ITABASHI

## 1. はじめに

抵抗焼結法によって WC-Co系超合金が得られることは、いくつかのCo%の合金の硬度と金属組織について Lenel により報告されている<sup>1)</sup>。しかし抵抗焼結条件の影響の詳細や抗折力については検討されていない。

本研究では一般によく用いられている WC-6%Co 粉を用いて抵抗焼結を行い、各種抵抗焼結条件と得られた超合金試片の諸性質との関係を求めた。

## 2. 方法

使用粉末は市販の WC-6%Co混合粉 (完粉; トウタン品種 G 2, 滑剤なし, 粒径  $2\mu\text{m}$ ) である。用いた抵抗焼結機は容量 45KVA, 最大加圧力 3 ton のシーケンス制御装置付である。型穴内面をマイカで絶縁された金型 (加圧, 通電面積  $4 \times 40\text{mm}^2$ ) に粉末 20g を装入し抵抗焼結機にて焼結した。抵抗焼結条件は加圧力  $1.25\text{ton}/\text{cm}^2$ , 二次電圧 4.9~6.0 V, 二次電流 5,000~18,000A, 通電時間 0.8~2.8秒, 通電入力 500~2,400kVAC である。同一条件で 3~4 個の試料を作製した。試片をグラインダーで研磨後抗折力用試片とした。

得られた焼結体の水浸法による見掛密度測定, 両端部を除く 10カ所以上のロックウェル硬さ (Aスケール) 試験および抗折力試験を行った。抗折力は JIS H5501 に近い試片形状, すなわち, 支点間距離 20mm, 幅 6.2~8.4 mm, 厚さ 3.8~4.3mm, 長さ 24~30mm で行った。肉眼による形状の観察および抗折破面を走査電顕で観察した。

## 3. 結果と考察

**焼結体の形状** 低入力の場合は焼結試片の両端部で割れが生じる。これは、試片に接触しているダイスや加圧用パンチによる冷却効果が相対的に大きいことによる焼結の不十分さや後述のダイスとパンチ間のクリアランスからの粉末の逸散による密度低下のためであると考え

られる。前者が主要な原因であり, Coが溶融して液相焼結となっている部分とそうではない部分との境界近辺で試片が割れる。

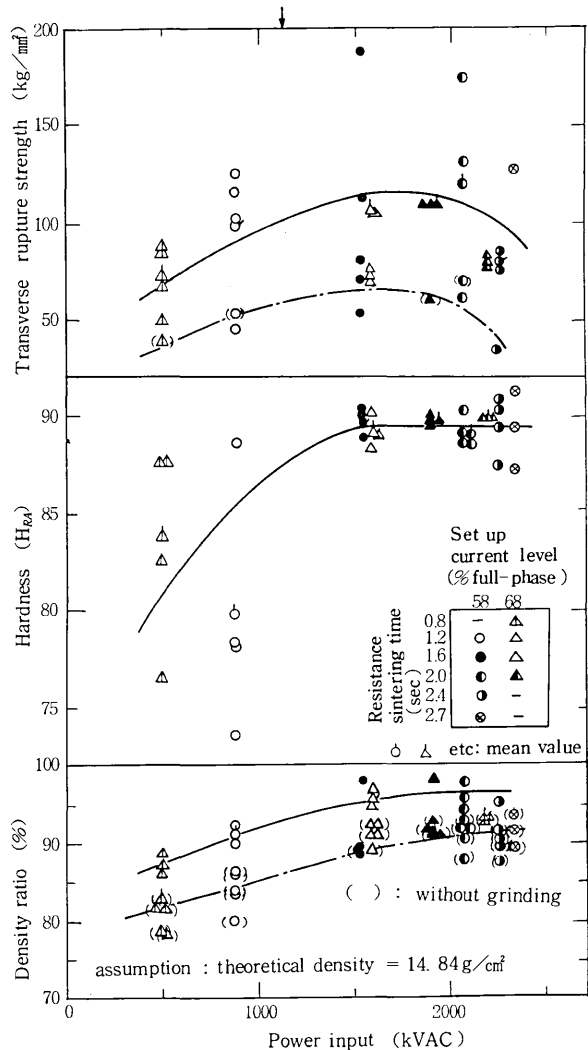


図1 密度比・硬さ・抗折力に及ぼす入力の影響 (↑と↓は WC-6%Co (20g) が, Coの融点 (1495°C) に達してCoが液相になるまでに必要な入力)

\* 東京大学生産技術研究所 第4部

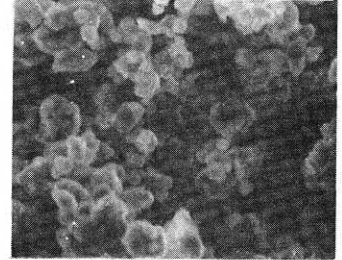
研究速報

割れた端部を除いた焼結試片の重量は、装入重量20g に対して、設定電流実効値58%のときに通電時間が1.2, 1.6, 2.0, 2.4, 2.8秒と増大するにつれて、14.2, 13.8, 14.6, 15.3, 16.5gと増大する。割れない高入力の場合でも装入重量よりも少ないのは次のように考えられる。使用粉末が非常に細かいために抵抗焼結時の大電流による電磁誘導効果により、ダイスとパンチとのクリアランスからダイス型穴外へ粉末が飛び出するためである。この現象は焼結過程に観察できる。また端部ほど粉末の飛び出す量が多くなり、その部分の密度は低下し割れやすくなる。従って割れの防止策としては予備焼結あるいは高加圧力で予備成形すること、できるだけ均一な抵抗焼結が可能となるように試片形状を小さくすることを挙げることができる。

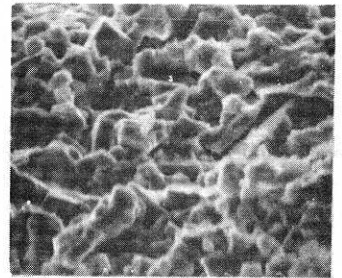
**焼結体の機械的性質** 密度、硬さ、抗折力におよぼす通電入力の影響を図1に示す。入力1,500~2,000kVACといった最も適当な条件で抵抗焼結して得られた試片の平均的な諸性質は図1によると次のようになっている。密度比は未研磨のもので92%、研磨後のもので98

%, 硬さ ( $H_{RA}$ ) は90, 抗折力は  $100 \text{ kg}/\text{mm}^2$  である。最大の抗折力の値としては  $187 \text{ kg}/\text{mm}^2$  が得られている。なお使用粉末G2のJIS規格による硬さは  $H_{RA} 90.5$ , 抗折力は  $165 \text{ kg}/\text{mm}^2$  である<sup>2)</sup>。

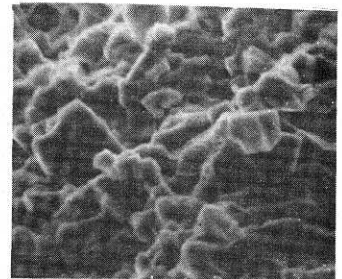
また入力が増大するほど密度と硬さは増大し入力1,500kVAC以上ではほぼ一定となり、一方、抗折力も入力増大とともに増大するが入力1,500~2,000kVACで最大となった後それ以上の入力ではかえって抗折力が低下していることが図1からわかる。この入力過大によ



(a)



(b)



(c)

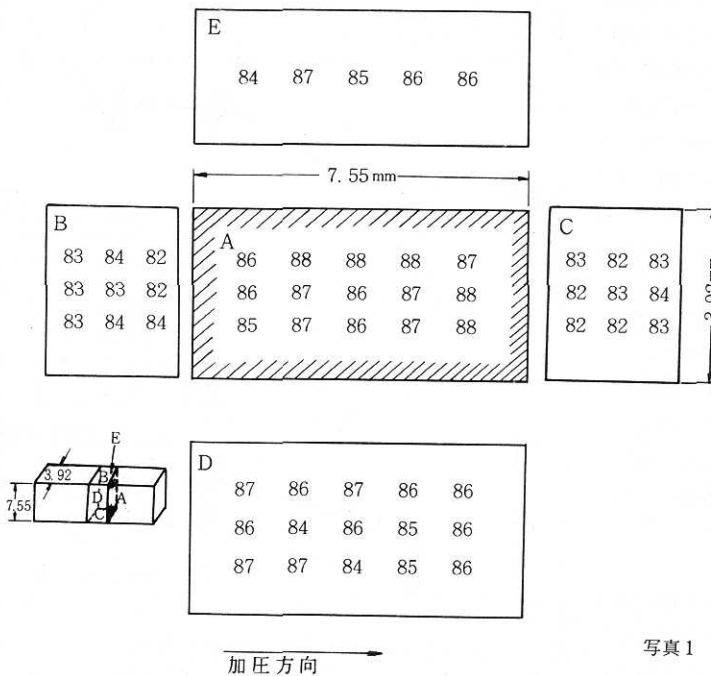


図2 断面の硬さ ( $H_{RA}$ ) 分布  
(設定電流実効値68%, 通電時間0.8秒, 入力500kVACで抵抗焼結された試片)

写真1 WC-6% Coの粉末と焼結体の破面の二次電子像

(a) 粉末

写真	設定電流実効値	通電時間	通電入力
(b)	58%	1.2秒	889kVAC
(c)	58%	2.1秒	2,070kVAC

る抗折力の低下は、焼結温度が上昇しすぎたために炭化物がCo中に溶解析出をくりかえして粒成長したためと考えられる<sup>3)</sup>。

WC と Co の各々の比熱と溶解熱、変態熱から、WC-6%Co合金20gをCoの融点1,495°C(液相)まで加熱するのに必要な入力をダイスやパンチへの熱の逸散を無視して求める<sup>4)</sup>と1,120kVACであった。従って図1中の1,000kVAC以下の入力では試片全域にわたってCoが完全に液相化するのには入力が足りないことがわかる。

図2に試片中の硬さの分布を示す。加圧方向の影響がないこと、パンチと接している部分の硬さが低いこと、および断面や側面の硬さ分布が一樣なことがわかる。

**焼結体の破面観察** 低入力および高入力での抵抗焼結された試片の破面と、使用粉末の走査電顕像を写真1に示す。低入力の場合にはCoがまだ完全には溶けていないこと、また高入力になるとCoが溶解し液相焼結になっており若干粒成長していることがわかる。

4. お わ り に

WC-6%Co混合粉を用いて抵抗焼結を行った結果、容易に超硬合金試片が得られることがわかった。良好な機械的性質にするには、できるだけ均一な焼結試片となるように設定電流実効値を低くししかもCoが液相化する範囲内の適当な入力が必要である。入力が過大になると抗折力がかえって低下する。(1977年3月16日受理)

文 献

- 1) F. V. Lenel : Trans. AIME, January, (1955) 158
- 2) 深津保: 第4回粉末冶金入門講座, 粉体粉末冶金協会, (1972) 157
- 3) 窪田治夫, 原昭夫: 粉末冶金応用製品I) 粉末冶金技術協会編, 日刊工業新聞社, (1964) 44
- 4) 明智清明, 原善四郎: 生産研究, 28 (1976) 297



正 誤 表 (5月号)

頁	段	行	種 別	正	誤
260	左	↓3	本 文	スロツ <u>シ</u> ング	スロツ <u>チ</u> ング
262	”	↓4	”	進 歩	進 歩
265	右	↓5	”	震源方向 <u>線</u> 上で伝播	震源方向に伝播
271			図-2, 図-3	図の説明を入換える	
277	左	↓6	謝 辞	2月23日受理	3月23日受理
286	右		表2(左欄)	$T_m$ (S)	$T_a$ (S)
”	”		表3(上欄)	変異係数	変位係数